

TRUONG Binh - Avril 1984

1.

ETUDE DES PHOSPHATES NATURELS PARTIELLEMENT ATTAQUES

---

HAUTE-VOLTA ET TOGO

---



COMPTE RENDU DES RESULTATS EXPERIMENTAUX 1983

+++++

# ETUDE DES PHOSPHATES NATURELS PARTIELLEMENT ATTAQUES

---

HAUTE-VOLTA ET TOGO

---

COMPTE RENDU DES RESULTATS EXPERIMENTAUX 1983

==+==+==+==+==+

## INTRODUCTION :

Des études antérieures ont montré que l'efficacité des phosphates naturels broyés varie beaucoup avec la nature des phosphates et les conditions pédoclimatiques du milieu d'utilisation. En général l'effet immédiat est faible et pour le compenser, on a préconisé des doses assez fortes et un broyage fin, ce qui a entraîné un alourdissement de l'investissement engrais et un épandage difficile.

L'objectif de cette étude est d'essayer de répondre à ces préoccupations. En attaquant partiellement les phosphates on espère améliorer sensiblement l'effet immédiat, tout en maintenant le coût à un niveau acceptable ; en granulant les phosphates attaqués on espère faciliter l'épandage sans perdre le bénéfice des surfaces de contact avec le sol.

1983 a été une année d'étude préliminaire et comportait trois phases :

- Attaque partielle des phosphates par la TIMAC à SAINT MALO, par la SIVENG à ABIDJAN.

- Essais en vases de végétation à MONTPELLIER.

- Essais aux champs dans les pays respectifs.

Ce rapport représente donc le résultat d'un travail collectif des organismes suivants :

BRGM - EMC - TIMAC - SIVENG - IRAT - GERDAT -

GTZ - Projet phosphate - IRAT - IVRAZ en HAUTE-VOLTA

FED - DRA - SOCOTO - IRAT - IRCT au TOGO

#### HAUTE-VOLTA

---

---

##### 1 - ATTAQUE PARTIELLE

La TIMAC dispose à SAINT-MALO d'une unité pilote de traitement des engrais permettant de travailler sur des petites quantités de phosphates, et de moduler les conditions d'attaque selon la nature des matières premières et les produits recherchés.

En Avril 1983 un échantillon de 150 kg de phosphate a été envoyé à SAINT-MALO. Cinq attaques partielles ont été pratiquées sur cinq lots de phosphate de 30 kg, avec des doses croissantes d'acide sulfurique de 12 à 27 %. Quatre lots ont été retenus et granulés. 1kg de chaque lot a été envoyé à MONTPELLIER, le reste en HAUTE-VOLTA.



TABLEAU 1 - CARACTERISTIQUES DES PHOSPHATES DE HAUTE-VOLTA PARTIELLEMENT  
ATTAQUES

LOTS	kg de $H_2SO_4$ pour 100 kg de phosphate	% d'Acidification par rapport au supersimple	% $P_2O_5$ Total	% $P_2O_5$ soluble dans l'eau	% $P_2O_5$ soluble dans citrate neutre	<u>Solubilité eau</u> <u>Quantité acide</u>
N° 4	12,4	29	24,04	4,13	5,51	0,33
3	18,6	43	21,24	4,20	7,14	0,22
5	25,1	58	20,66	6,15	8,32	0,24
2	27,9	65	20,20	6,94	9,84	0,24

Le taux d'acidification représente le pourcentage d'acide sulfurique utilisé par rapport à la quantité nécessaire pour fabriquer le supersimple.

Cette quantité est donnée par le rapport molaire :

$$\frac{P_2O_5 + SO_3}{CaO} = 1$$

Le phosphate de HAUTE-VOLTA contient :

25,38 % de  $P_2O_5$  soit 0,1788 mole pour 100 g

34,45 % de CaO soit 0,6147 " " "

$SO_3 = CaO - P_2O_5 = 0,6147 - 0,1788 = 0,4359$  mole.

Le poids moléculaire de l'acide sulfurique est de 98,08.

$0,4359 \times 98,08 = 42,75$  g de  $H_2SO_4$  pour 100 g de phosphate.

Les taux d'acidification sont exprimés en pourcentage par rapport à cette quantité théorique.

Les résultats attendus de l'acidification sont les solubilités dans l'eau. On constate qu'elles demeurent assez faibles et n'augmentent pas proportionnellement avec les doses d'acide. D'après la TIMAC, le phosphate de HAUTE-VOLTA est très chargé en feral, l'attaque effectuée à des concentrations habituelles d'acide de 50 à 65 % n'est pas suffisante, des concentrations de l'ordre de 75 % devraient donner de meilleurs résultats.

Les faibles quantités de phosphate reçues n'avaient pas permis de pousser plus loin les mises au point, elles seront reprises en 1984 sur les dix tonnes en cours d'expédition.

On remarque cependant, en se basant sur le rapport solubilité dans l'eau/ quantité d'acide utilisé, que c'est la première dose d'acide (lot n° 4) qui est la plus intéressante du point de vue de l'efficacité du traitement acide, et la plus économique.

2 - ESSAIS EN VASES2.1. - Méthodologie

L'essai en vase a pour but de mesurer :

- la solubilité du phosphore et du calcium provenant des phosphates, par dilution isotopique.
- l'assimilabilité de ces deux éléments par une plante test (l'Agrostis commun).

dans des conditions contrôlées et non limitantes pour l'alimentation hydrique, minérale autre que P et Ca, et pour l'éclairement, après application à trois types de sols dont les principales caractéristiques sont présentées dans le tableau 2.

SARIA (HAUTE-VOLTA), sol ferrugineux tropical sur granite. de pH = 6,20

FARAKO-BA (HAUTE-VOLTA), sol ferrugineux faiblement ferrallitique sur grès. de pH = 5,85

AMBOHIMANDROSO (MADAGASCAR), sol ferrallitique sur basalte. de pH = 4,30

Cinq traitements sont mis à l'étude :

T1 : sol témoin sans phosphate

T2 : apport de 100 ppm de P sous forme de phosphate brut

T3 :     "             "             "             phosphate attaqué à 29 %, lot 4

T4 :     "             "             "             "             "             à 65 %, lot 2

T5 :     "             "             "             supersimple

L'essai est réalisé en petits vases de végétation contenant 150 g de terre fine pour les 2 sols de HAUTE-VOLTA, et 100 g pour celui de MADAGASCAR (densité plus faible), en 6 répétitions.

Tableau n°2 : Caractéristiques analytiques des sols utilisés  
(horizon 0-25 cm)

	AMBOHIMANDROSO	SARIA	FARAKO-BA
Granulométrie			
sable %	19.7	68.2	67.2
Limon %	29.0	28.1	24.3
argile %	46.5	3.7	8.2
Eléments organiques			
C %	4.06	0.47	0.43
N ‰	2.70	-	-
C/N	15.0	-	-
m.o%		0.81	0.74
Complexe absorbant			
Ca meq/100g de sol	0.30	0.75	0.75
Mg "	0.08	0.30	0.35
K "	0.10	0.14	0.13
Na "	0.21	0.01	0.01
Somme des bases	0.69	1.20	1.24
CEC meq/100g	17.20	1.5	2.00
% saturation	4.00	80	62
pH eau	4.30	6.20	5.85
pHKc!	-	4.95	4.40
Phosphore en ppm de P			
P total	740	139	94
P Al	8.5	25	6
P Fe	39.5	56	20
P Ca	6.2	-	-



Pour chaque coupe, réalisée 5, 9, 12 semaines après le semis, on calcule pour les deux éléments P et Ca, la quantité isotopiquement diluée (valeur L), l'exportation, et les coefficients selon la formule :

$$\text{Coefficient} = \frac{\text{Phosphate} - \text{Témoin}}{\text{Supersimple} - \text{Témoin}} \times 100$$

Coefficient de solubilité avec les valeurs L

Coefficient d'assimilabilité avec les exportations.

## 2.2. - Résultats sur sol de SARIA (Tableau 3)

Le phosphate brut est peu soluble dans ce sol, les valeurs L de P et de Ca ne sont pas significativement différentes de celles des témoins.

Les phosphates attaqués donnent des résultats appréciables. Le supersimple est entièrement soluble, ce résultat est prévisible mais il confirme la validité de la méthodologie utilisée.

On constate que les coefficients d'assimilabilité sont supérieurs aux coefficients de solubilité, il y a donc eu accumulation des absorptions dans le temps. Pour les deux phosphates partiellement attaqués, l'amorce de solubilisation crée un effet starter qui induirait

une meilleure utilisation de l'engrais ; on note aussi que les coefficients d'assimilabilité sont supérieurs aux taux d'acidification, et que ce surcroît d'efficacité est particulièrement intéressant pour le traitement 3 lot n° 4.

Le calcium, souvent négligé dans le phosphate naturel, a un comportement assez similaire à celui du phosphore et participe activement à la nutrition de la plante.



TABEAU 3 : ESSAI SUR SOL DE SARIA : ACTION DES PHOSPHATES DE HAUTE-VOLTA SUR LA  
VALEUR L ET L'EXPORTATION DU PHOSPHORE ET DU CALCIUM

	PHOSPHORE				CALCIUM			
	Valeur L 2ème coupe ppm	Coeff. de solubilité %	Exportat. somme 2 coupes ppm	Coeff. d'as similabili- té %	Valeur L 2ème coupe ppm	Coeff. de solubilité %	Exportat. somme 2 coupes ppm	Coeff. d'As similabili- té %
T1 - Témoin sans phosphate	43		6,06		53		6,34	
T2 - Phosphate brut	46	3	7,39	19	63	6	6,95	13
T3 - Phosphate attaqué à 29 %	67	23	9,35	47	91	23	8,53	46
T4 - Phosphate attaqué à 65 %	78	32	10,88	69	128	46	10,08	78
T5 - Supersimple	148	100	13,05	100	217	100	11,12	100
Coeff. de variation %	4,6		10,9		7,1		8,1	
Effet des traitements	HS		HS		HS		HS	
Test de DUNCAN	T1 ]		T1 ]		T1 ]		T1 ]	
	T2 ]		T2 ]		T2 ]		T2 ]	
	T3 ]		T3 ]		T3 ]		T3 ]	
	T4 ]		T4 ]		T4 ]		T4 ]	
	T5 ]		T5 ]		T5 ]		T5 ]	

TABLEAU 4 : ESSAIS SUR SOL DE FARAKO-BA :

ACTION DES PHOSPHATES DE HAUTE-VOLTA SUR LA

VALEUR L ET L'EXPORTATION DU PHOSPHORE ET DU CALCIUM

	PHOSPHORE				CALCIUM			
	Valeur L 2ème coupe ppm	Coeff. de solubilité %	Exportat. somme 2 coupes ppm	Coeff. d'as similabili- té %	Valeur L 2ème coupe ppm	Coeff. de solubilité %	Exportat. somme 2 coupes ppm	Coeff. d'As similabili- té %
T1 - Témoin sans phosphate	12		2,00		73		7,34	
T2 - Phosphate brut	17	4	2,45	5	80	5	7,46	3
T3 - Phosphate attaqué à 29 %	35	22	5,71	39	102	19	9,28	44
T4 - Phosphate attaqué à 65 %	51	37	7,16	55	136	42	9,69	53
T5 - Supersimple	117	100	11,42	100	224	100	11,74	100
Coeff. de variation %	5,4		15,7		10,4		5,1	
Effet des traitements	HS		HS		HS		HS	
Test de DUNCAN	T1]		T1]		T1]		T1]	
	T2]		T2]		T2]		T2]	
	T3]		T3]		T3]		T3]	
	T4]		T4]		T4]		T4]	
	T5]		T5]		T5]		T5]	

TABLEAU 5 : ESSAIS SUR SOL D'AMBOHIMANDROSO ACTION DES PHOSPHATES DE HAUTE-VOLTA SUR LA  
VALEUR L ET L'EXPORTATION DU PHOSPHORE ET DU CALCIUM

	PHOSPHORE				CALCIUM			
	Valeur L 2ème coupe ppm	Coeff. de solubilité %	Exportat. somme 2 coupes ppm	Coeff. d'as similabili- té %	Valeur L 2ème coupe ppm	Coeff. de solubilité %	Exportat. somme 2 coupes ppm	Coeff. d'As similabili- té %
T1 - Témoin sans phosphate	52		9,0		183		41,4	
T2 - Phosphate brut	85	35	18,2	35	230	21	55,8	28
T3 - Phosphate attaqué à 29 %	92	43	19,8	42	260	34	69,1	53
T4 - Phosphate attaqué à 65 %	101	52	22,7	53	287	45	75,0	65
T5 - Supersimple	146	100	35,0	100	412	100	93,3	100
Coeff. de variation %	9,4		9,4		4,0		5,3	
Effet des traitements	HS		HS		HS		HS	
Test de DUNCAN	T1]		T1]		T1]		T1]	
	T2]		T2]		T2]		T2]	
	T3]		T3]		T3]		T3]	
	T4]		T4]		T4]		T4]	
	T5]		T5]		T5]		T5]	



### 2.3. - Résultats sur sol de FARAKO-BA (tableau 4)

Mêmes remarques que pour SARIA, on constate les mêmes tendances, ce qui renforce la fiabilité de l'ensemble des résultats.

Le traitement 3 apparaît plus intéressant que le traitement 4, compte tenu du faible taux d'attaque.

### 2.4. - Résultats sur sol d'AMBOHIMANDROSO (tableau 5)

Le phosphate brut est relativement efficace dans ce sol qui possède des caractéristiques favorables à sa solubilisation : pH acide, complexe absorbant important mais désaturé, pauvre en calcium échangeable.

Les phosphates attaqués donnent toujours des résultats supérieurs à ceux du phosphate brut, mais la différence est moins importante que dans les autres sols. Le traitement 3 reste intéressant au point de vue coefficient d'assimilabilité par rapport au taux d'attaque.

### 2.5. - Conclusions sur les résultats en vases

Le phosphate brut donne des résultats très variables selon les types de sols, son efficacité est faible dans les sols de SARIA et FARAKO-BA, importante dans celui d'AMBOHIMANDROSO.

Les phosphates partiellement attaqués sont moins dépendants des types de sols, leur efficacité se maintient régulièrement à un niveau élevé, les possibilités d'utilisation sont donc plus larges et se rapprochent de celles du supersimple.

Le rapport, coefficient d'assimilabilité/taux d'acidification, montre que le traitement 3 est plus intéressant que le traitement 4.

	SARIA	FARAKO-BA	AMBOHIMANDROSO
Traitement 3	1,6	1,3	1,4
Traitement 4	1,0	0,8	0,8

Ce produit représente un bon compromis de ce que nous cherchons : taux d'attaque relativement faible d'où économie d'acide, assimilabilité importante, toujours supérieure au taux d'attaque quels que soient les sols.

### 3 - ESSAIS AUX CHAMPS

L'essai a été implanté à SARIA, sur sol ferrugineux tropical avec une cuirasse à 60 cm. Il comporte 7 traitements, 6 répétitions en blocs simples, il est planté avec du sorgho variété E 35-1.

La parcelle élémentaire est de 48 m<sup>2</sup> ( 4 x 12 m)

Les traitements mis en comparaison sont les suivants :

- |     |  |
|-----|--|
| 1 - | Témoin NKS, sans phosphate                                   |
| 2 - | NKS + phosphate brut 30 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha |
| 3 - | " " attaqué à 29 % "   |
| 4 - | " " " 43 % "   |
| 5 - | " " " 58 % "   |
| 6 - | " " " 65 % "   |
| 7 - | " " supertriple "  |

La fumure NKS est uniforme :

60 kg N/ha sous forme d'urée

44 kg K<sub>2</sub>O/ha " " de sulfate de potasse

Le calendrier cultural a été le suivant :

3 Juin 1983 : labour au tracteur

5 et 15 Juillet : semis et ressemis

26 Juillet : apport d'engrais NPKS

16 Août : apport d'azote à la montaison

5 Septembre : apport d'azote au 60ème jour

La réception tardive des phosphates traités n'a pas permis de les apporter à la bonne date, lors de la préparation des sols, début Juin, pour une bonne expression de leur potentialité.

D'autre part la pluviométrie à SARIA cette année est déficitaire et surtout irrégulière, il y a eu trois semaines de sécheresse en Août.

Tableau 6 : RESULTATS DES ESSAIS AUX CHAMPS A SARIA

TRAITEMENTS	Poids pani- cules kg/ha	Poids grains kg/ha	Poids paille kg/ha	Poids 1000 grains en gr
1 - Témoin N K S	1193	848	4035	19,23
2 - Phosphate naturel	1201	929	4212	19,61
3 - Phosphate acidulé à 29 %	1566	1128	4823	19,02
4 - Phosphate acidulé à 43 %	1615	1170	4919	20,28
5 - Phosphate acidulé à 58 %	1576	1179	4823	19,83
6 - Phosphate acidulé à 65 %	1437	1057	4566	19,33
7 - Phosphate supertriple	1676	1217	5401	19,86
Coefficient variation CV	24,5	26,69	12,7	5,07
Signification Test F	N S	N S	H S	N S



Tableau 6 :

Les rendements en grains sont faibles dans l'ensemble, en particulier pour les traitements témoins et phosphate brut. Les autres traitements donnent des résultats arithmétiquement supérieurs mais pas statistiquement significatifs à cause d'une forte hétérogénéité.

Le traitement 6, phosphate attaqué à 65 % comporte vraisemblablement des accidents de végétation.

Les rendements en pailles sont plus élevés, les traitements phosphates attaqués (excepté le traitement 6) sont significativement différents du témoin et du phosphate brut.

En conclusion, les résultats de 1983 ne sont pas nets, on constate seulement un léger effet les phosphates partiellement attaqués. Il est souhaitable que pour 1984, d'autres points d'essais puissent être implantés, dans de meilleures conditions, pour atténuer les effets des variations climatiques.

TOGO

---

# 1 - ATTAQUE PARTIELLE

Deux types d'attaque ont été mis à l'étude :

a) - Attaque en tourbillon par la TIMAC sur des petites quantités de phosphates (50 kg). Quatre lots ont été traités avec des doses croissantes d'acide, deux ont été retenus, granulés, et utilisés pour les essais agronomiques. Un lot de 100 kg de phosphate brut, sans traitement, a été aussi granulé et expédié à Montpellier et au TOGO.

A signaler que le phosphate brut a été pris dans les stocks de la TIMAC à SAINT-MALO.

b) - Attaque en masse par la SIVENG à Abidjan sur 30 T, avec une dose d'acide. Le phosphate a été transporté par camion de Lomé à Abidjan et retour.

Calcul du taux d'acidification :

La quantité d'acide sulfurique nécessaire pour fabriquer le supersimple est donnée par le rapport molaire :  $\frac{P_2O_5 + SO_3}{CaO} = 1$

Le phosphate du TOGO contient :

34,46 % de  $P_2O_5$  soit 0,2426 mole pour 100 g

43,77 % de CaO soit 0,7816 mole pour 100 g

$SO_3 = CaO - P_2O_5 = 0,7816 - 0,2426 = 0,539$  mole

$0,539 \times 98,08 = 52,86$  g de  $H_2SO_4$  pour 100 g de phosphate.

Les taux d'acidification sont exprimés en pourcentage par rapport à cette quantité théorique.

On constate d'après le tableau 7, que les solubilités dans l'eau sont importantes, plus élevées que pour le phosphate de Haute-Volta aux mêmes doses d'acide. Le phosphate du TOGO est plus facile à attaquer.

Tableau 7 : Caractéristiques des phosphates du TOGO partiellement attaqués

LOTS	kg de $H_2SO_4$ pour 100 kg de phosphate	% d'acidifi- cation par rapport au supersimple	% $P_2O_5$ Total	% $P_2O_5$ solu- ble dans l'eau	% $P_2O_5$ solu- ble dans citrate neutre	solubilité eau quantité aci- de
TIMAC N° 4	14,8	28	31,14	5,75	7,29	0,38
TIMAC N° 3	30,0	56	27,14	10,78	12,02	0,35
SIVENG N° 1	32,5	61	22,49	8,75	10,24	0,26



En se basant sur le rapport solubilité dans l'eau/quantité d'acide utilisé, on remarque que les deux lots traités par la TIMAC donnent des résultats plus élevés que celui traité par la SIVENG. Le lot TIMAC N° 4 semble donner le meilleur rapport solubilité/consommation d'acide.

## 2 - ESSAIS EN VASES

La même méthodologie que pour les phosphates de HAUTE-VOLTA a été utilisée, mais sur un sol : AMBOHIMANDROSO. Les résultats sont présentés dans le tableau 8.

Le phosphate brut est efficace dans ce sol pour des raisons déjà évoquées plus haut, dépendant de la nature du phosphate et des caractéristiques du sol.

Les trois phosphates partiellement attaqués donnent aussi de bons résultats. Les coefficients d'assimilabilité sont supérieurs aux taux d'acidification. Les rapports sont respectivement de 1,8 - 1,1 - 1,1 pour les trois phosphatés.

Pour les sols très acides (pH 4 à 5) on peut préconiser le phosphate brut,

## 3 - ESSAIS AUX CHAMPS

Deux types d'essais ont été réalisés en 1983 :

- comparaison des formes, comportant 7 traitements :

- |     |  |   |   |   |   |
|-----|--|---|---|---|---|
| 1 - | Témoin sans phosphate  | , N = 60, K <sub>2</sub> O = 27, S = 10 |   |   |   |
| 2 - | Phosphate brut pulvérulent 30 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | "                                       | " | " | " |
| 3 - | " " granulé  | "                                       | " | " | " |
| 4 - | " attaqué à 28 % granulé                                       | "                                       | " | " | " |
| 5 - | " " à 56 % granulé   | "                                       | " | " | " |
| 6 - | " " à 61 % pulvérulent   | "                                       | " | " | " |
| 7 - | " supersimple  |   |   |   |   |

## VALEUR L ET L'EXPORTATION DU PHOSPHORE ET DU CALCIUM

	PHOSPHORE				CALCIUM			
	Valeur L 2ème coupe ppm	Coeff. de solubilité %	Exportat. somme 2 coupes ppm	Coeff. d'as similabili- té %	Valeur L 2ème coupe ppm	Coeff. de solubilité %	Exportat. somme 2 coupes ppm	Coeff. d'As similabili- té %
T1 - Témoin sans phosphate	52		9,0		183		41,4	
T2 - Phosphate brut	114	66	23,2	54	274	40	64,7	45
T3 - Phosphate attaqué à 28 %	104	55	22,4	51	255	31	68,3	52
T4 - Phosphate attaqué à 56 %	113	65	26,1	66	293	48	70,9	57
T5 - Phosphate attaqué à 61 %	116	68	27,3	70	309	55	77,5	69
T6 - Supersimple	146	100	35,0	100	412	100	93,3	100
Coeff. de variation %	5,8		7,1		4,4		8,3	
Effet des traitements	HS		HS		HS		HS	
Test de DUNCAN	T1]		T1]		T1]		T1]	
	T3]		T3]		T3]		T2]	
	T2]		T2]		T2]		T3]	
	T4]		T4]		T4]		T4]	
	T5]		T5]		T5]		T5]	
	T6]		T6]		T6]		T6]	

Tableau 9 : Rendement en grains de maïs et de sorgho en kg/ha

Traitements Cultures	Témoin	Fumure vulgari- sée	Phosphate brut	Phosphate atta- qué à 61 %
Maïs : 21 "blocs"	444	875	745	817
indice %	51	100	85	93
9 "blocs" carencés	469	1084	789	985
indice %	43	100	73	91
Sorgho 13 "blocs"	389	581	538	580
indice %	67	100	92	99
4 "blocs carencés"	303	542	578	571
indice %	56	100	106	105



L'importante attaque de "streak" et la forte irrégularité des pluies ont empêché le maïs de croître normalement. Les résultats de cet essai ne sont pas utilisables.

- Test en milieu réel, dans les champs, paysans, comportant 4 traitements.

- 1 - Témoin sans engrais
- 2 - Fumure vulgarisée N = 38,  $P_2O_5$  = 15,  $K_2O$  = 15, (15 - 15 - 15 plus urée)
- 3 - Phosphate brut + NK
- 4 - Phosphate attaqué à 61 % + NK

Chaque traitement occupe une parcelle de 240 m<sup>2</sup>, soit 10 lignes de maïs ou de sorgho de 30 m de long et distantes de 80 cm.

C'est un dispositif éclaté en blocs dispersés, ou chaque bloc étant installé dans des exploitations différentes.

Comme pour l'essai précédent, l'attaque de "streak" et l'irrégularité des pluies ont limité considérablement la production végétale. Les résultats du tableau 9 représentant la moyenne de 21 "blocs" de maïs dont 9 sur sols carencés en phosphore, et 13 "blocs" de sorgho dont 4 sur sols carencés.

Les traitements phosphate brut et phosphate partiellement attaqué donnent des résultats intéressants, la hiérarchie des solubilités semble respectée bien que le phosphate brut se rapproche des phosphates solubles comme dans l'essai en vase.

Compte tenu des accidents de végétation il est prudent de ne pas tirer plus en de conclusions Il faudrait renouveler ces essais en 1984 pour avoir des rendements plus satisfaisants et une démonstration plus convaincante.

Avril 1984

TRUONG BINH